

部 会 報 告

50年後の建築生産機械 WGC

機械部会建築生産機械技術委員会ワーキンググループC

社会背景

西暦 2050 年、日本では 21 世紀最初の好景気が続いていた。

人類は、20 世紀後半の超好景気の中で、様々な公害や環境破壊を起こしてきたが、その教訓が生かされ、環境保護施策とバイオテクノロジーの急激な進歩に裏付けされた自然素材の活用などが功を奏し、豊かな四季や新鮮な空気、青い海を取戻していた。

高度福祉社会は更に高度化し、医療技術の進歩も伴って、高齢化は一層進み、新たに人口増加という問題も深刻になり始めていた。

人々の暮らし

豊かになった人々の暮らしは、好景気の中であって、更により良い生活、より楽な仕事、自由な時間を求めるようになっていた。交通機関は高度に発達し、クリーンエネルギーを動力源とした高速地下鉄や、エコカー、地下高速道路、貨物専用無人トンネル等が整備され、超短時間での長距離移動が可能となった。

生産の現場には、様々なロボットが導入され、特に 20 世紀に 3K と呼ばれていた職種への進出は著しく、危険作業、肉体労働には機械が取って代わり、ほとんどが無人で行われるようになっていた。人間の仕事はこれらのロボットや自動生産機械を遠隔地から管理するだけになり、生産の現場に立入ることは極めて希であった。そのため各種の工場は人々の生活の場から隔絶された場所に移され、生活環境は改善されていった。

人口の増加に伴い、人々の生活のためのスペースが減少してきた。それを補うために、人々は手近な未開の地「砂(土)漠」への開発に本格的に着手し、砂漠は今や生活空間へと発展を遂げていた。また「海洋」開発も同時に進められ、様々な公共施設などが沖合いに建設された。一般市民に対して危険や害を及ぼすおそれのある施設は、遙か沖合いに新たに設けられた海上人工島、或いは海中ベースに移された。

砂漠の開発

砂(土)漠地域には元々僅かながら先住民がいた。ペドウィンなどもその一部であるが、彼らは昔ながらの生活習慣を守り、過酷な環境の砂漠地で遊牧などを生業とし、特定の場所に定住せずに、家畜らと共に季節毎に住居を転々として生活を続けていた。かつて政府は、彼らを定住させるべく住居用のビルを建設したりしたが、長い年月をかけて培われた生活習慣はたやすく変わる筈もなく、失敗に終わったようである。彼らにとっては、砂漠の厳しい環境こそが慣れ親しんだ住みやすい環境なのであった。しかし、新たに入植してきた先進地域の人々によって新たな習慣や技術がもたらされ、急速に生活が豊かになり、先住民と新規入植者の共存する街が形成され、次第に過去の生活スタイルの変革がなされてきた。

砂漠の開発はその過酷な自然風土のために、必ずしも容易なものではなかった。砂漠地域の自然環境の代表的な特徴として次のようなことが挙げられる。

砂漠地域の特殊環境は下記の特徴がある。

- ・日中の気温が高く、夜中の気温が低い
(気温の日較差が激しい)

- ・日射が強い

- ・降水量、水が少ない

- ・風が強い

- ・砂埃、土埃が多い

- ・植物が少ない

- ・土地は広い(周りに障害物がない)

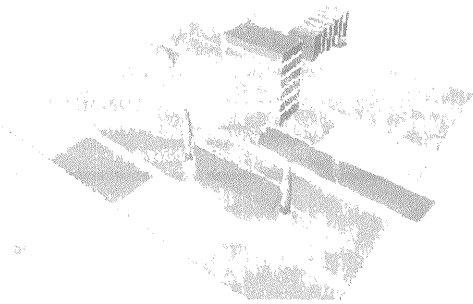
これらの過酷な自然環境に打ち勝って、或いは協調しながら人々が生活するためには、

- ・水の確保

- ・植物の栽培

が何よりも先決問題となった。これらの問題は国連砂漠化防止条約(1994年6月)の採択により、先進諸国の支援によって徐々に解決の方向に向かっていった。

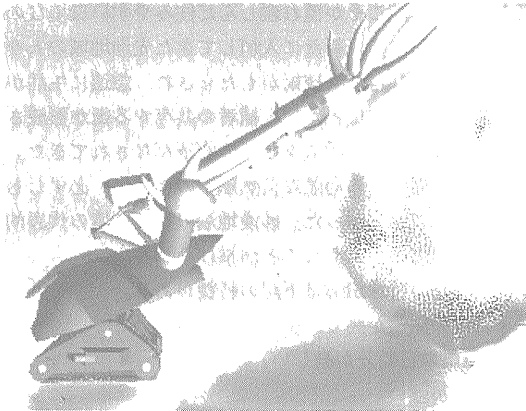
内陸部では多くの井戸が掘られ、海に近い地域では海水を真水に変える淡水化プラントが本格的に稼働を始め、更には南極の氷山を輸入して来たりして、生活用水、



図一 砂漠での建築方法（積木工法）

農業用水、産業用水が確保されるようになった。保水技術、塩害防止技術の進歩と、砂漠の環境に適した新たなバイオテクノロジー植物によって、砂漠の緑化が大々的に進められた。

人々が暮らす街は、高い防風、防砂壁で囲まれ、街と街は地上に建設されたトンネルで結ばれ、砂嵐や、強風の影響をほとんど受けずに暮らせるようになった。



図二 石粒を運ぶマイクロロボット（ミニスカラベ）



図三 ミニスカラベ姿図

しかし、これらを建設する建設用機械にとっては、砂漠の悪環境は切実なものであった。熱風のため通常の冷却装置では間に合わず、新たな冷却装置が開発された。気温の寒暖の差によって金属の膨張、収縮が生じ、故障の原因にもなったため、熱膨張率の小さい新素材が開発された。また、作業員の作業環境も先進国から来た人々には楽なものではなく、作業効率の低下が著しかった。そのため、極端なプレファブ化、自動化、ロボット化が進むという皮肉な現象も起こった。季節によっては、舞い起きた砂塵や砂埃が24時間空中を漂い続け、あらゆる機械の微小な隙間から入り込み、機械類の故障の原因となった。特にコンピュータなどの精密機器に与える影響は大きく、幾重もの高气密な防護カバーが開発され、取付けられた(図一参照)。

このように、悪い自然環境ではあったが、砂漠には広大な未開の土地があった。自然環境の悪ささえ克服できる技術を身につけていれば、開発は比較的容易に進められた。敷地が広いので高層建物を建てる必要はなく、工事周りを気にすることなく行え、建物が過密した既存都市部での建設工事などよりもかえってやりやすかった。

また、何よりも砂漠には砂や土が大量にある。新しい街の建設材料にこの砂を利用する技術も開発された。砂を合成樹脂で固めて、道路や、建物の外壁材に用いたり、焼成したニューセラミックスを床材にしたりと様々な用途に使用した。砂や土を掘ったり運搬したりする機械として新たな機械も開発された。真空の吸引力を利用したバキュームショベルや、砂粒を少しずつ運ぶ自律思考型のマイクロロボットなどがその代表例として挙げられる(図二、図三参照)。

海洋開発

砂漠の開発が進む一方、海に囲まれた国では海上、海中の開発も本格的に進められた。

陸地の平野部は人々の居住の場、憩いの場となり、陸地に近い海上や海中には広大な敷地を必要とする倉庫や工場、公共施設、娯楽施設等が建設され、更にその沖合いには発電所や刑務所、軍事基地、原子力発電所など、一般市民に不安を与えるおそれのある施設が建設された。

海上の人工島レジャーランドには自然の砂浜が作られ、青さを取戻した海では海水浴や水遊び、マリンスポーツが盛んに行われた。

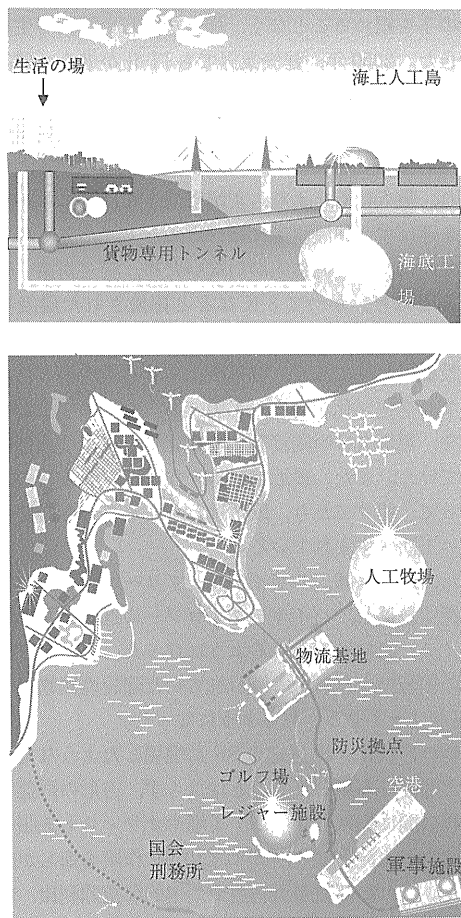


図-4 海上の都市

人工牧場には温暖な気候が人工的に作り出され、遺伝子操作、バイオテクノロジーによって生み出された成長の早い家畜や野菜が育てられていた。別の人工牧場では、絶滅の危機に瀕していた動物達が保護育成され、その数を増やしていた（数百羽の朱鷺が群れで飛んでいる様は壮観なものである）。新たな環境を創り出すと共に、環境保護も強力に進められ、もはや化石燃料はほとんど使われなくなっていた。代わって洋上には風力発電用の風車が建設され、波の動きや潮の満ち干きを利用した波動発電を行う発電所が建設された。僅かながら最新鋭の原子力発電所も建設され、再処理された核燃料を消費すべく操業が行われていた。原子力発電所の安全性は、50年前のそれに比べて数百倍も向上していたが、人々の不信感には完全には無くなっていなかった。

交通機関は高度に発達し、人工島間は橋で繋がれ、陸地からも直接自家用車で行き来できたが、地下トンネルから海底工場や空港などにも行けるようになっていた。海上の物流基地に集められた品物は、海底、地底の貨物専用トンネルを通して陸地の都市に搬送された。沖合いの飛行場に着陸した飛行機は、乗客を乗せたまま翼を折

り畳み、そのまま地下トンネルを通して陸地まで行く事もできるようになった（図-4 参照）。

人工島建設は、工場で製作された大きな浮島ユニットを船で曳航して行き、海上で接合することによって巨大な人工島とする方法が一般的となった。陸上の工場で製作していた頃に比べ重量物を運搬しやすいため、海上の工場は都合がよかったのである。

ほとんどの人工島は、潮の干満に合わせて上下動するのみで、海底にアンカーされているか、或いは定位置に浮遊していて移動することはないが、民間の所有するものには、動力を持って自力で移動できるものも出てきた。

人工島上の建物は、風や波の影響を押さえるために高さの低いものが多く、建設は洋上で行われた。深度の深い洋上での建設には、起き上がり式の船クレーンが、陸地に近い浅瀬での建築には、半潜水式クレーンが多く用いられた。次に、このクレーンの概要を示す。

(1) 起き上がり式船クレーン（図-5、図-6 参照）

移動時は図-5 のようにブームとマストを水平にし、安定性を保っている。

作業時には、図-6 のように、海面下のバラスタタンク内の海水を移動させ、その重みによって船体を 90 度

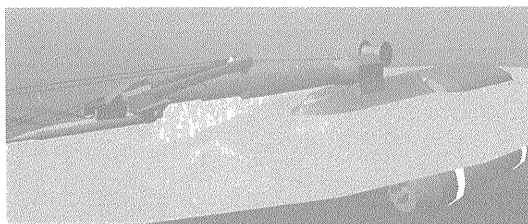


図-5 起き上がり式船クレーン SCWGC 2050（移動時）

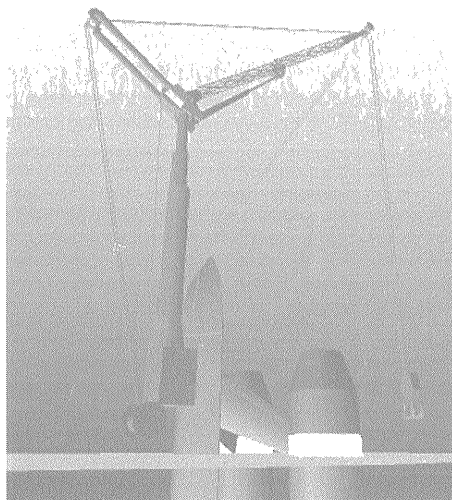


図-6 起き上がり式船クレーン（作業時）

回転させ、マストごと直立させる。

マストを建てた後、ブームを伏せて、フックブロックを巻出し、クレーン作業を行う。

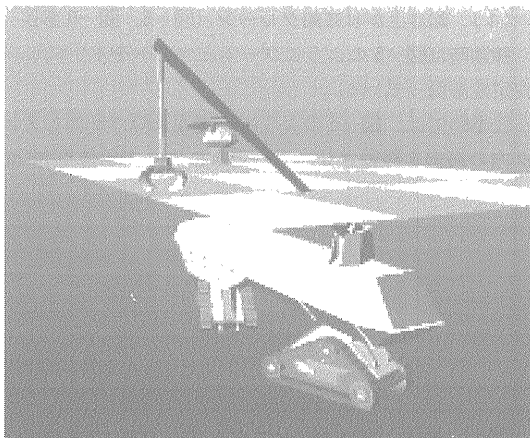
- ・吊り荷の重量に応じてバラストを調整し、マストの垂直度を保つように自動制御システムを搭載している。
- ・動力には波動エネルギーを利用しているため、排気ガス等の有害物質を排出することはない。

(2) 半潜水式クレーン (図一7, 図一8 参照)

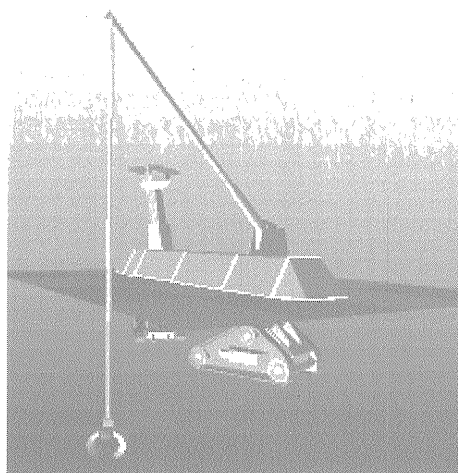
海底の状況、吊り荷の重量などに応じて浮力を調整することにより、海底走行クレーンか浮上作業クレーンとなる。

建築 (現場)

平成大不況の中でも、世界の技術大国たる日本は技術



図一7 半潜水式クレーン (海底走行式クレーン時)



図一8 半潜水式クレーン (浮上作業クレーン時)

革新の手を緩めることなく、様々な新しい技術を生み出してきた。2050年、建築業界でもIT化が進み、建設機械が自ら図面を読み、考えて行動するようになり、20世紀に盛んに叫ばれていたロボットに限りなく近いものとなっていた。これに伴い、建設現場では極端な省人化が図られ、職人はもとより、現場監督すらたまにしか現場に足を運ばず、建設現場にはほとんど人間が見られなくなっていた。現場内に人がいないため、安全対策も軽微なものとなり、かつて3Kなどと揶揄された建設現場は、さながら無人建築工場の様相を呈している。

建設機械だけでなく、建築技術も著しく進歩した。極端なプレファブ化が進み、工場であらかじめ加工された部材を、現場では瞬間接着剤で組立て、取付けるだけになっていた。また、最近では様々な形状記憶素材の普及によって、組立てたり、取付けたりすることも必要ない新しい工法も生まれている。

また、環境保護、リサイクル、グリーン調達も建築業界に深く浸透し、バイオテクノロジーの進歩と共に様々なハイテク素材も使われるようになった。かつて産業廃棄物の根源のように忌み嫌われていた建設廃棄物はほぼ100%がリサイクルされるようになった。

建物の形状は、20世紀のSFに登場したような丸や球形など曲面を多用したものはならず、方形の戸建て住宅が林の間に転々と立並び、工場やオフィスも矢張り方形の建物が主流となり、かつてのSF作家を悔しがらせていた。これは部材の再利用や効率的な空間利用、建築生産性を考慮した結果であると考えられる。

環境保護

20世紀までの世界の産業発展を支えてきたエネルギー源は、限りある化石エネルギーであった。

しかし、石炭、石油を燃やすことによって大気汚染を生み出し、排出される二酸化炭素によって地球温暖化に拍車をかけることになった。また、ごみを焼却する際に発生するダイオキシンによって環境ホルモン問題等様々な人体への悪影響が現れはじめた。

20世紀後半からは、世界的に環境保護が叫ばれ始め、市民運動や、地球温暖化防止会議、環境保護法、家電リサイクル法等、官民の活動が活発になった。企業でも、これらを受けて、または独自に二酸化炭素やNO_xの排出量規制や、ごみ(産業廃棄物)排出量の削減、リサイクル可能な部品設計、リサイクル率の向上、環境にやさしい(化学物質を多く含まない)材料の使用などを行ってきた。

(a) 新しいエネルギー

化石燃料に代わって新たに利用されるようになったのが、自然エネルギーで、官民の研究機関で新たな利用技術が次々と生み出されてきた。特に盛んに研究されたの

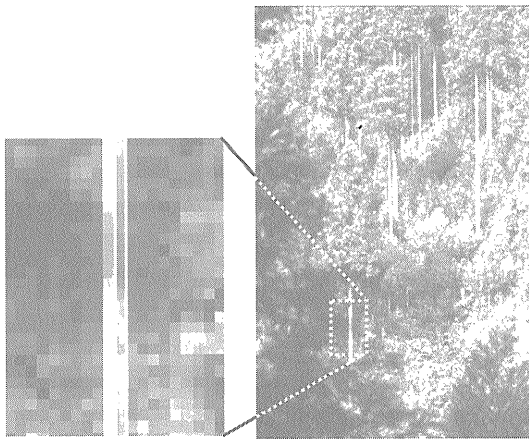
が、

- ① 風力発電
- ② 太陽熱発電
- ③ 波動発電
- ④ 燃料電池
- ⑤ 光発電
- ⑥ 植物性燃料油

であり、今や公共輸送機関、産業用機械の動力源の約60%を占めるまでになった。

(b) 建築材料

建築材料、資材として、以前は、鉄、コンクリート等の有限天然資源を主に構造部材に、ビニールやプラスチックなどの化学合成材料を仕上げ材や断熱材、接着剤などに多く使用していた。



図—9 H型木の植林

しかし、急速なバイオテクノロジー、情報化技術の進歩により、今では自然素材を原料にした超高強度、超軽量の合成樹脂（エコ・ニュー・プラスチック）や、DNA組替え、分子組替えによって作られる高強度木材（HTPウッド）や幹の断面がH型やI型、円筒形など決められた寸法、形状をした樹（型木）などが多く使われるようになった。部材同士は、ボルトや溶接、釘に代わって自然素材を原料とした瞬間接着剤によって接合された。また、生きたままの型木（生型木）を使用して、成長していく建物や、傷や明けられた穴などを自己修復できる家なども現れてきた。

20世紀の高度経済成長期に建てられた高層ビルは、古いもので約100年が経過しており、21世紀初頭から解体が相次いでいた。バイオテクノロジー技術はここにも生かされ、コンクリートや鉄を分解する微生物とこの微生物を制御する技術が開発された。これによって老朽化したビルを、時間は掛かるが、安全にかつ静かに解体することが出来るようになった。

建設機械

建築技術のハイテク化、プレファブ化に伴い、建設機械へ要求される機能も変化してきた。資機材のハンドリング装置や、部材の瞬間接着装置、形状記憶の再生装置など多種多様な装置や機械が開発された。これら新たな機械類は、当然環境に配慮されたものであり、様々な最新の機械テクノロジーが採用されている。

建築技術のハイテク化に先立ち、機械の進歩も目覚しく、建設機械のほとんどは、高性能AIを搭載し、自分で設計図を把握し、考えることが出来るようになっていく。その動作においても操縦を人間に頼る必要がなく、完全無人化に近づいてきている。また、20世紀には機械では実現できなかった、人間の経験や、感による技術、所謂「職人技」も完全に分析、数値化されて、機械で容易に再現できるようになった。しかし、施工法も進歩しており、現在ではほとんど「職人技」を必要とするような施工法が採用されなくなってしまっており、建設機械が職人技を披露する機会は、ごく僅かであった。また、機械本来の機能も昔のそれと比べて格段にアップしている。例えば、制御技術、測量・計測技術の向上に伴い、クレーンによって放り上げられる部材の温度、質量の偏り、形状、硬さ、その経路の気温、空気抵抗、風速等を瞬時に計測し、最適な放り上げ力、方向・角度、空中での姿勢を算出し、着地時の姿勢や位置をミリ単位で制御することも可能になりつつあった。

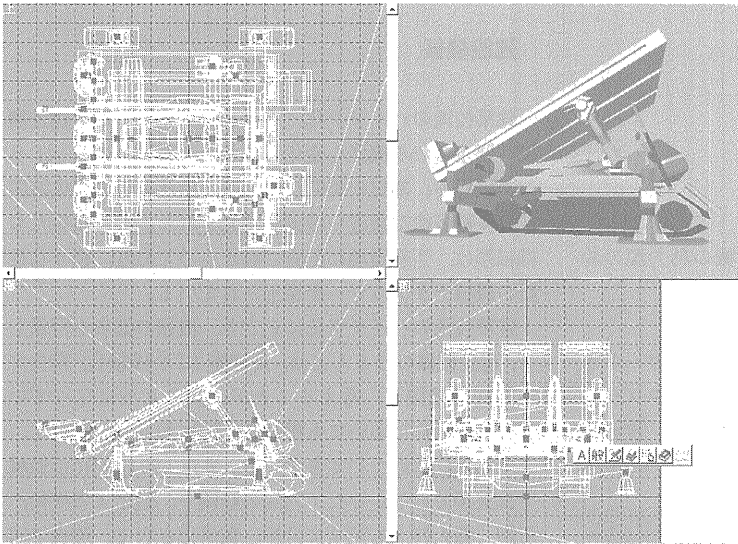
その素材や動力源には、建築材料と同様に再利用可能なもの、環境にやさしいエネルギーと建築材料（前章参照）が用いられている。

現在の汎用的な建設機械の代表として、クレーン、高所移動装置、ショベルについて以下に述べる。これらの機械は外形や、材質、動力源などかつての物とはかなり異なっている部分はあるが、その目的とする機能（建築材料、人、土砂等を任意の場所に運搬する）は100年前のものほとんど変わりなく、建設機械の代表的なものであるといえるであろう。

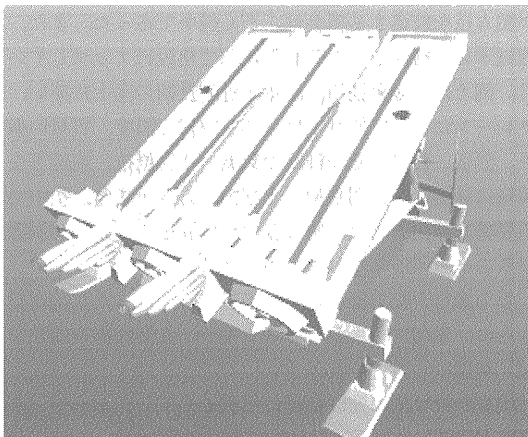
(1) クレーン

かつてのクレーンの機構は、ブームの先端を経由して吊り下げられたワイヤロープに吊るされたフックに荷を玉掛けし、そのワイヤロープをウインチで巻上げることによって、荷を垂直方向に移動させ、ブームを水平或いは垂直方向に回転させることによって水平方向の移動を行うものであった。

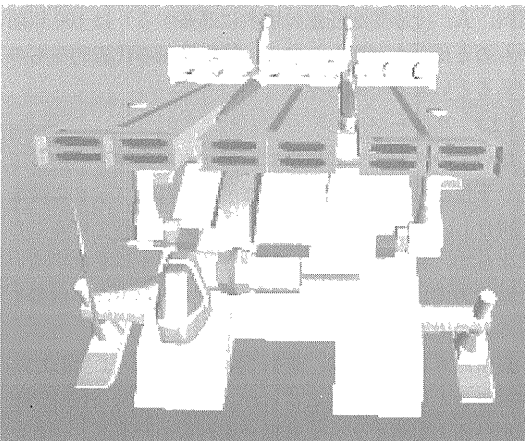
最新のクレーンとは、荷を「投げる」或いは「飛ばす」機械のことを指すようになった。これは、IT、計測技術、制御技術の進歩によって実現できたものである。これによって、機体には長いブームが不用になり、機械全体の



図—10 ランチャー式クレーン（移動式）LCWGC 2050



図—11 ランチャー式クレーン（移動式）の荷台部



図—12 ランチャー式クレーン（移動式）

姿もコンパクトになり、機械の移動や移設も容易に行え、荷の移動（揚重）に要する時間も格段に短縮されるようになった。

以下に、現在のクレーンとクレーン作業に付随する幾つかの建設機械の例を示す。

(a) ランチャー式クレーン
(図—10, 図—11, 図—12, 図—13)

荷を発射する発射台と発射台の角度や方向・強さを制御する機構、荷を発射台に載せるハンドリング装置と計測装置で構成される。クレーン本体は、クローラやタイヤ、レッグ스에搭載され、そのまま移動できる移動式と、現地にて組立て、固定して使う固定式

とがある。

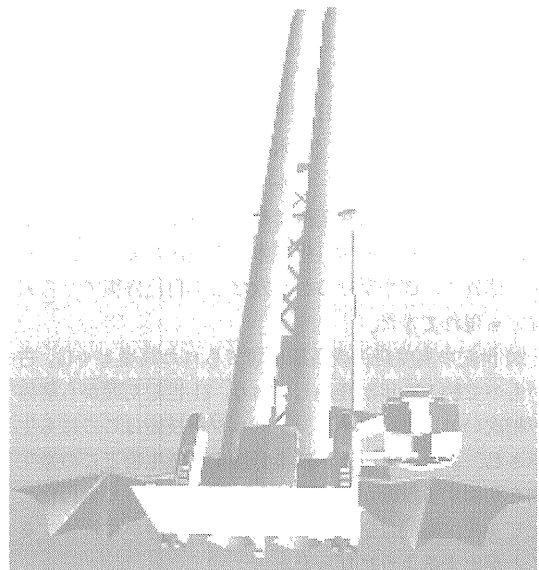
発射の機構には、電気モータ、植物燃料使用のエンジン、火薬の爆発力、圧縮空気、磁石の反発力、ゴムやばねの復元力など様々なものが用いられている。

また、投重物に翼を取付けたり、磁場の経路を作ったりして空中での姿勢制御を行うものもある。

(b) 跳ね上げ式クレーン（図—13）

ランチャー式クレーンとはほぼ同様であるが、荷を放り上げる機構に大昔の投石器のように、回転するアームに荷台を取付けた跳ね上げ機構が採用されているため、ランチャー式と区別されている。

このクレーンは、荷の姿勢制御が難しいため、キャッ



図—13 ランチャー式クレーン（固定式）FLCWGC 2050

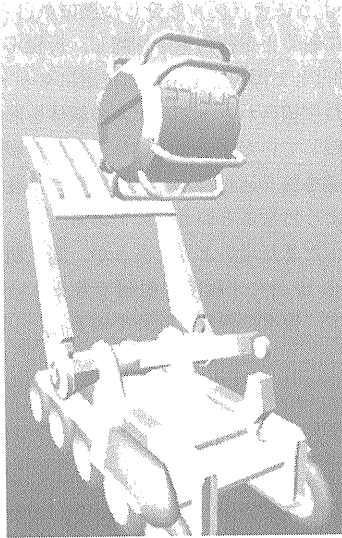


図-14 形状記憶オフィス材を飛ばす跳ね上げ式ホイールクレーン HWCWGC 2050

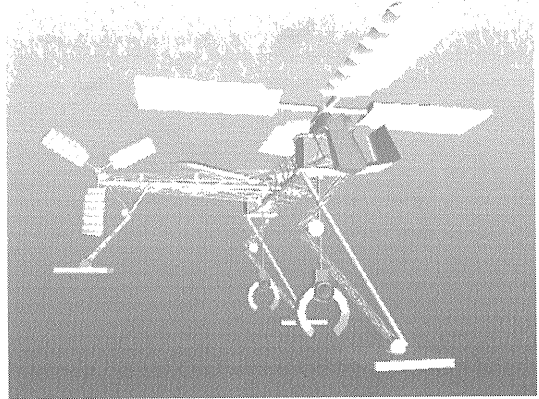


図-15 ヘリ式クレーン（レトロタイプ）HCCWGC 2050

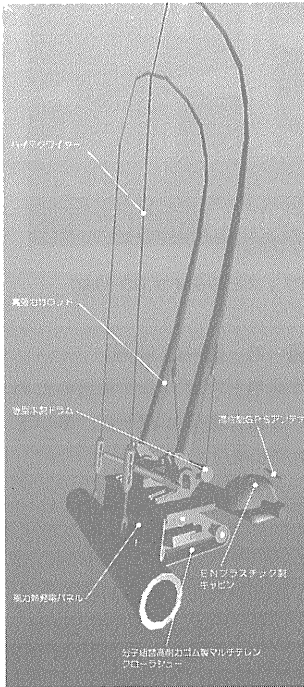


図-16 釣竿式クレーン Twin Casting Rods TCRC 2050

チングロボ(後述)等と併用されることが多い。

(c) ヘリ式クレーン (図-15)

資材揚重専用のヘリコプターで、荷の把持装置を備えていること、昔のものと比べて軽量化、出力向上、無人化が図られていること以外、特に普通のヘリコプターと異なるところはない。

(d) 釣竿式クレーン (図-16, 図-17)

釣竿のようなロッドを備え、そのしなりの復元力を利用して荷を目的地に飛ば

すクレーンで、主な構成要素としては、ランチャー式と同様に、ロッドの制御機構、計測装置、ハンドリング装置で構成される。

能力に応じてロッドの径や長さ数が異なり、太キャス、ロングキャス、トリプルキャスなどの種類がある。このクレーンの特徴は、荷と共にワイヤが繰り出され、このワイヤを通じて荷の空中姿勢や着地点を制御で

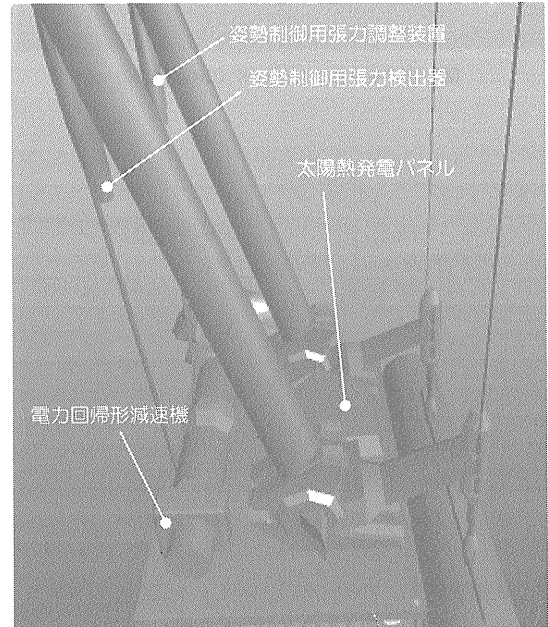


図-17 Twin Casting Rods のリール部

きることである。

(e) キャッチングロボ (図-18 参照)

クレーンによって放り上げられた荷を受け取る機械で、把持機構、荷の位置を検出する計測装置、移動装置で構成される。荷の重さや、形状によって複数台が同調して動くことができる。

クレーンによって直接放り込めない場所に荷を移動するのに主に用いられる。

荷を受取る把持機構には、磁力や真空の吸引力を利用したものも考えられているが、まだ具体化はされていない。

(f) 運搬装置 (図-19 参照)

キャッチングロボと組合せて使われることが多い。キャッチングロボで把持した荷を所定の位置まで移動

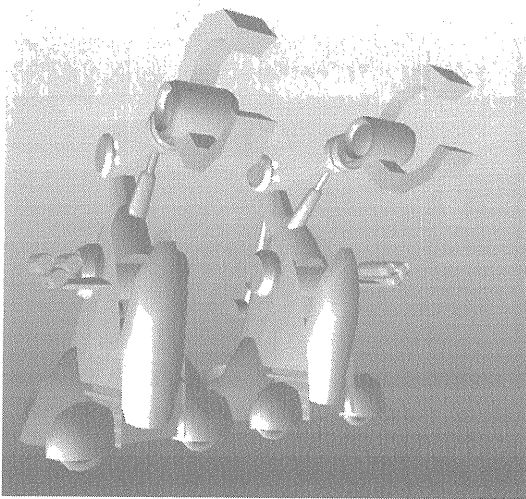


図-18 キャッチングロボ (CRWGC 50)

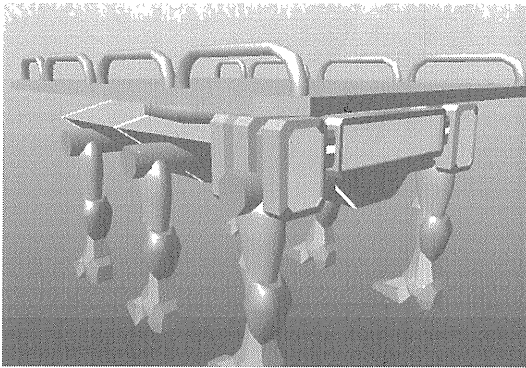


図-19 運搬装置 (Six Legs TH 50)

する運搬装置で、クローラ式、ホイール式のものもあるが、最近ではレッグス式のものが多く見られる。レッグス式の特徴として、床面の凹凸や障害物を容易に回避できることが挙げられる。

能力に応じて、フォーレッグス、シックスレッグス、ムカデなどの種類がある。

(g) その他

目的地までチューブを伸ばし、その中を荷を移動させるクレーンもある。

将来のクレーンとして、無重力或いは反重力装置を利用した揚重機（もはやクレーンとは呼べない？）も現在開発がなされているが、実用化には、あと50年ほどの期間が必要だとみられている。

(2) 自分がそのまま建物になる建設機械(図-20 参照)

究極のプレファブ化対応建設機械として機械がそのまま建物の部材になる工法もある。

図-20のようにテーブル形をした機械が自ら走行し、所定の場所に着くと走行台車を切離し、折畳んであった脚(柱)を伸ばして浮上して所定の位置にセットされる。これらが複数個組合わさって、ビルの躯体を形成する。その後、内蔵していた壁や間仕切りを自動で展開し、電源、上下水道を繋ぎ込むだけで、内蔵された設備機器も使用できるようになるというものである。

コストはまだまだ高いようであるが、施工期間が従来工法の場合の10分の1程度に短縮できるというメリットを生かして、徐々に普及し始めている。

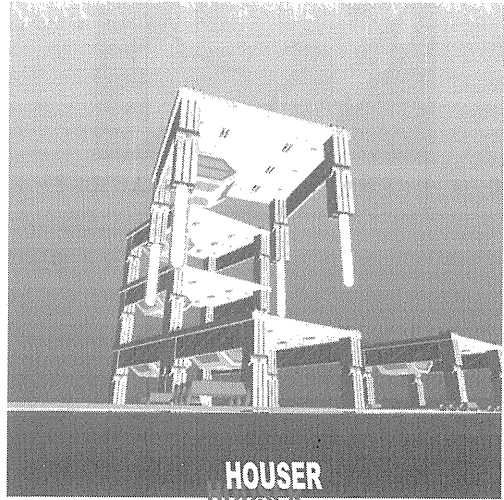


図-20 ハウザー (オフィスビルタイプ HO 2050)

(3) 高所移動装置(図-21、図-22 参照)

20世紀後半には、高所作業車と呼ばれる作業員のための移動式の作業足場が、一つの作業所に数十台、多いところでは数百台も投入されていた。

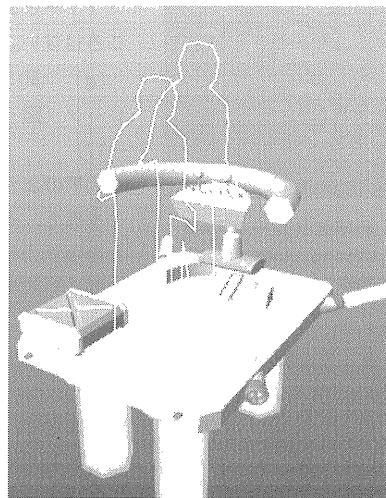


図-21 高所移動装置 Fling Carpet (2人乗り用)

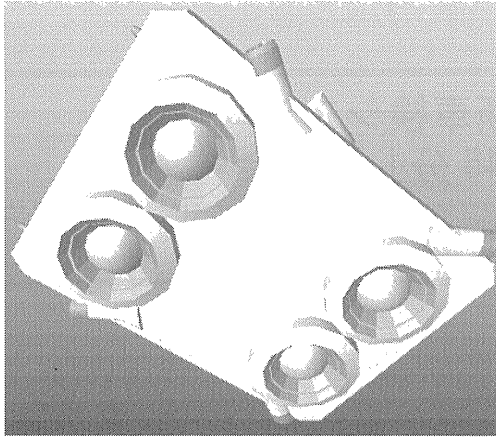


図-22 高所移動装置 Fling Carpet (底面)

しかし、極端な無人化が進んだ今の工事現場では、作業員のための施設はほとんど必要なくなったため、高所作業車と呼ばれるものは見かけられなくなった。現在それに最も近い機能ものは、作業所管理者やオーナーがたまたま現場巡回に用いる、高所移動装置であろう。

NEW!

ショベルの最進化形登場!

SWG2050-D

- 軽快
- 軽快のコンピュータを搭載し、図面を直接読み取り、無人で作業をこなす。
- 総長にやさしい
- ソーラー、低力発電により天候に問わず作業可能。燃料消費 = 1/2以下。
- 汚染防止に脱油性オイルを使用

- 豊富なアタッチメント対応
- 様々なアタッチメントに対しセッティングによって簡単にプログラムを変更。(ローラータイプのほかに、レッグス搭載型(SWG2050-D-U)も有)
- 高耐久
- フレームはハイアウトド、カウリングはHTPウッドにより極めて頑丈。

型 式	SWG2050-D	
機 体 重 量	kg	21,300
バケット容量	m ³	0.8
モーター数	KW/PS	90/1200
アーム仕様		モノーム
性 能		
掘削深さ	mm	12
掘削速度	mm	0
掘削能力	度	35
掘削圧	kPa	90.6/21.0
掘削機構		全機ハイブ
最大定置高さ	mm	2,9
最大定置動作半径	m	2.9+4.1
最小定置動作半径	m	1.74+0.56

J C M A

販売代理店：日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 建設機械化協会
TEL:03-3433-1501 FAX:03-3432-0280

設 造：ワーキンググループ・シー

この装置には、最も簡単な背中に背負う形の一人用(初めてその姿を現したのは1984年の第23回ロサンゼルス・オリンピック大会開会式でのデモンストラーションであったといわれている)から、積載荷重10t程度の大型のものまで、様々な型のものがある。それらのほとんどは反重力装置などを備えた浮上式のものである。今日、人間が搭乗する数少ない機械であるため、その安全基準は極めて厳しく、安全性の高いものとなっている。

(4) ショベル

かつて油圧ショベルと呼ばれていたこの建設機械は、その名の通り、油圧シリンダでアームのリンク機構を動作させ、土の掘削だけでなく、荷の吊上げなど様々な作業に使われていた。現在のショベルは油圧の代わりに、環境に配慮した水圧や空気圧を利用したものが主流となってはいるが、外形上は、無人操縦のため運転手用のキャビンが要らなくなった程度で、昔のそれと比べて大きな変化は見られない。昔からのこのアーム機構は、多種多様な作業をこなすには、極めて完成度の高い形状であるといえるであろう。足まわりの機構に関しては、一般的なクローラタイプのほかに、最近ではレッグス式のものも現れてきており、その用途に応じて使い分けられているようである。

参考のため、あるメーカーの最新鋭ショベルのカタログを紹介する。

当報文中のイラスト作成にはPROJECT TEAM DoGAのフリーソフトウェアDOGA-L1 (<http://doga.jp/>)を使用しています。

J C M A

ワーキンググループCメンバー

- 洗 光 範 (株)竹中工務店(リーダー)
- 王 明治 元(株)レンタルのニッケン
- 小林 正明 青山機工(株)
- 鈴木英隆 (株)小松製作所
- 高見俊光 サコス(株)
- 田中秀三 (株)アクティオ
- 鶴飼 万也 東急建設(株)
- 野口 雅史 産業リーシング(株)
- 林 成臣 佐藤工業(株)
- 安田喜世史 元(株)アイコーポレーション